

DIALOGWEB

Guided Search

new search

favorites

settings

cost

logout

help

Dynamic Search Equivalent Patents/Families (File 352)

R cords for: JP 09508859

save as alert

save strategy only

Output

Format: Full Record

Output as: Browser

display / send

Modify

refine search

back to picklist

3/19/1

Records 1 of 1 In full Format

1. 3/19/1

010552527 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 96-049480/199605

XRAM Acc No: C96-016156

XRPX Acc No: N96-041472

Injection moulding of semi-solid metals - involves using screw to break down dendritic structure formed as metal is cooled below the liquidus temp. prior to injection into mould

Patent Assignee: CORNELL RES FOUND INC (CORR )

Inventor: PENG H; WANG K K; WANG N; WANG S

Number of Countries: 019 Number of Patents: 007

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat	No	Kind	Date	Main IPC	Week
WO 9534393	A1	19951221	WO 95US7494	A	19950613	B22D-017/00	199605	B
US 5501266	A	19960326	US 94259625	A	19940614	B22D-017/00	199618	
EP 765198	A1	19970402	EP 95923046	A	19950613	B22D-017/00	199718	
			WO 95US7494	A	19950613			
JP 9508859	W	19970909	WO 95US7494	A	19950613	B22D-017/20	199746	
			JP 96502414	A	19950613			
EP 765198	B1	19990324	EP 95923046	A	19950613	B22D-017/00	199916	
			WO 95US7494	A	19950613			
DE 69508581	E	19990429	DE 608581	A	19950613	B22D-017/00	199923	
			EP 95923046	A	19950613			
			WO 95US7494	A	19950613			
JP 2974416	B2	19991110	WO 95US7494	A	19950613	B22D-017/20	199953	
			JP 96502414	A	19950613			

Priority Applications (No Type Date): US 94259625 A 19940614

Cited Patents: 02 2406700; 01 25436400; 05 28562600; 05 4058900; 9406586

Patent Details:

Patent Kind Lan Pg Filing Notes Application Patent

WO 9534393 A1 E 19

Designated States (National): JP

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE

US 5501266 A 14

EP 765198 A1 E Based on WO 9534393

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

JP 9508859 W 28 Based on WO 9534393

EP 765198 B1 E Based on WO 9534393

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE

DE 69508581 E Based on EP 765198

Based on WO 9534393

JP 2974416 B2 11 Previous Publ. JP 9508859

Based on WO 9534393

Abstract (Basic): WO 9534393 A

Injection machine for semi-solid metal (SSM) casting has: (a) a liquid metal hopper (1), which keeps the liquidus temperature and whose lower end contains an outlet (28); (b) a vertical shearing/cooling section which has (i) a tubular barrel (19) into which fluid from the hopper enters at the upper end, (ii) a screw (18) located in the barrels axial cavity, the screw being shorter than the cavity and having a small gap between the screw flights (20) and the cavity wall, the screw can rotate or move axially from the first lower position to a second upper position, (iii) a nozzle that seals with the lower end of the cavity and connects to a mould, (iv) a seal between the screw and the upper end of the cavity to prevent metal flow while the screw is moving, and (v) a means for controlling the temperature of the barrel so it is below the liquidus of the metal; (c) a means for rotating the screw; and (d) a means for axial movement of the screw between the upper and lower positions.

Liquid metal is fed into the screw in the lower position. It is sheared by the screw while being cooled below the liquidus. The screw is then raised to the upper position and then quickly lowered, ejecting the SSM through the nozzle into the mould.

Also claimed is a method for injecting SSM.

USE - Casting of metals in the semi-solid state.

ADVANTAGE - The viscous SSM causes less turbulence during injection giving porosity in the casting. The process causes the break up of dendrites in the SSM slurry.

Dwg.3/11

Abstract (Equivalent): US 5501266 A

An injection moulding machine for casting metals in semi-solid form, comprises:

- (a) a hopper for liquid metal, having means for maintaining the metal at a temperature above the liquidus temperature and a fluid outlet for liquid metal at the lower end thereof,
- (b) a vertical shearing/cooling section comprising
  - (i) a solid tubular barrel having lower and upper ends, an axial cavity in the center, and a fluid input near the upper end thereof for inlet of liquid metal connected to the fluid outlet of the hopper,
  - (ii) a screw located in the axial cavity of the barrel, having a shaft extending out of the upper end of the barrel, having a length less than the length of the barrel, and fitting in the axial cavity with only a small gap between the screw flights and the walls of the axial cavity, capable of rotational motion and axial motion from a first position in which the lower end of the screw is near the lower end of the barrel, to a second position in which the upper end of the screw is near the upper end of the barrel,
  - (iii) a nozzle for mating with a mould, sealably located in the lower end of the axial cavity, having a fluid passage from the axial cavity to the lower end of the nozzle which mates with the mould,
  - (iv) seal means for preventing liquid metal flow while permitting the screw shaft to rotate and move up and down, located around the screw shaft on the upper end of the axial cavity,
  - (v) temperature control means for maintaining the barrel at a temperature below the liquidus temperature of the metal,
  - (c) means for rotating the screw, connected to the screw shaft, and
  - (d) means for moving the screw lengthwise from its first position to its second position, connected to the screw shaft.

The machine operates such that the liquid metal is fed into the shearing/cooling section while the screw is in its first, lower position and is sheared by the rotating screw while being cooled below its liquidus temperature under the control of the temperature control means and forming a semi-solid material; the rotating screw is moved to its second, upper position; and the screw is quickly moved to its first, lower position, ejecting the semi-solid material through the nozzle into the mould.

Dwg.1,3/8

Title Terms: INJECTION; MOULD; SEMI; SOLID; METAL; SCREW; BREAK; DOWN; DENDRITE; STRUCTURE; FORMING; METAL; COOLING; BELOW; LIQUIDUS; TEMPERATURE; PRIOR; INJECTION; MOULD

Derwent Class: M22; P53

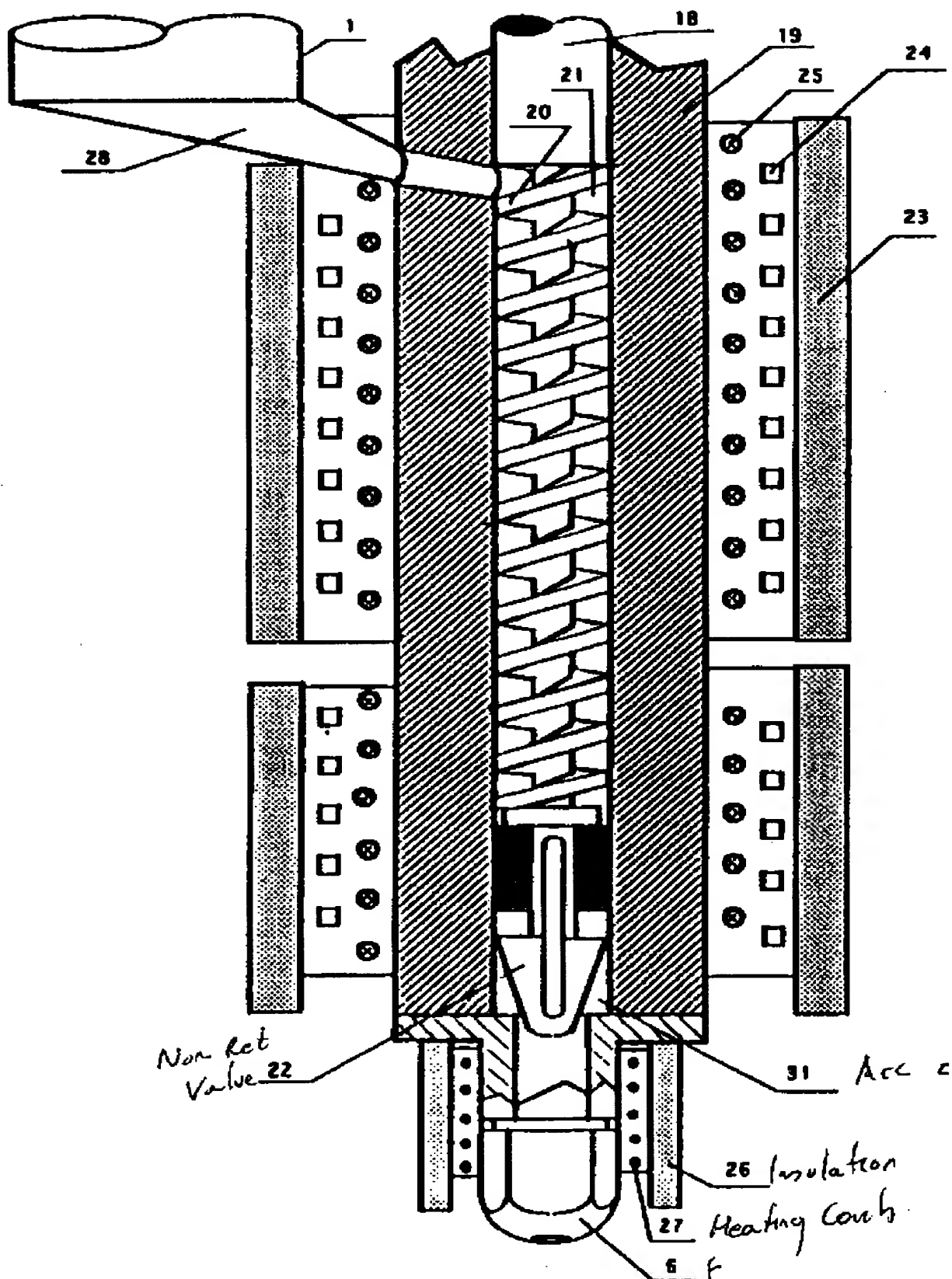
International Patent Class (Main): B22D-017/00; B22D-017/20

International Patent Class (Additional): B22D-017/30; B22D-023/00;

B22D-027/08; B29C-045/18; B29C-045/23

File Segment: CPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): M22-G03D



(C)1997-2000 The Dialog Corporation -

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平9-508859

(43)公表日 平成9年(1997)9月9日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	
B 2 2 D 17/20		7356-4K	B 2 2 D 17/20	G
17/30		7356-4K	17/30	Z

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 28 頁)

(21)出願番号 特願平8-502414  
 (86) (22)出願日 平成7年(1995)6月13日  
 (85)翻訳文提出日 平成8年(1996)12月11日  
 (86)国際出願番号 P C T / U S 9 5 / 0 7 4 9 4  
 (87)国際公開番号 W O 9 5 / 3 4 3 9 3  
 (87)国際公開日 平成7年(1995)12月21日  
 (31)優先権主張番号 0 8 / 2 5 9 , 6 2 5  
 (32)優先日 1994年6月14日  
 (33)優先権主張国 米国 (US)  
 (81)指定国 E P (A T , B E , C H , D E ,  
 D K , E S , F R , G B , G R , I E , I T , L U , M  
 C , N L , P T , S E ) , J P

(71)出願人 コーネル・リサーチ・ファンデーション・  
 インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国14850ニューヨーク州イサ  
 カ、ソーンウッド・ドライブ20番 スウィ  
 ート105  
 (72)発明者 ワン, クオ・ケイ  
 アメリカ合衆国14850ニューヨーク州 イ  
 サカ、フォレスト・ホーム・ドライブ27番  
 (72)発明者 ワン, ナン  
 アメリカ合衆国14850ニューヨーク州 イ  
 サカ、ウィンストン・コート・ナンパー  
 2、402番  
 (74)代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半固体金属の射出鋳造のための方法と装置

(57)【要約】

半固体材料 (S S M) の射出鋳造の新しい方法と装置。  
 この処理法 (レオモールディングと呼ぶ) では、特殊な  
 垂直射出鋳造機械のパーレル中で過熱液体金属が冷却さ  
 れて半固体状態になり、スクリュウとパーレルによって  
 発生する剪断力により固相の成長中の樹枝状晶が破壊さ  
 れ、小さな殆ど球状の粒子になる。過熱液体金属と比較  
 して、S S Mはより低い温度、より小さい収縮性及びよ  
 り安定な流れパターンを有する。それで、レオモールデ  
 イング法は、ネットシェイプ金属部品ないしは金属マト  
 リックス複合材料部品の低コストで連続的に製造するこ  
 とができる。

## 【特許請求の範囲】

1. 半固体形態の金属を鋳造するための、以下を含む射出鋳造機械。

a) 液相線温度を超える温度に金属を保持する手段と、下端部に液体金属用の流体出口と、を有する液体金属用のホッパー、

b) 以下のものを含む垂直な剪断／冷却部、

i) 下端部と上端部とを有する固体管状パーレル、その中心の軸状間隙、及びホッパーの流体出口に連結された液体金属の入口のための上端部近くの流体入口、

ii) パーレルの軸状間隙内に配置したスクリューであって、上端部から伸びた軸を有し、かつパーレルの長さよりも短い長さを有し、軸状間隙の壁面とスクリューの段部との間に僅かのギャップをもって軸状間隙内に適合し、及び、回転運動が可能で、且つスクリュー下端がパーレルの下端部の近くにある第1の位置からスクリュー上端がパーレルの上端部の近くにある第2の位置までの軸方向運動の可能な、当該スクリュー、

iii) 鋳型に対合するノズルであって、軸状間隙の下端部にシール可能に位置して、軸状間隙から鋳型に対合するノズル下端部への流体通路を有する当該ノズル、

iv) 軸状間隙の上端部上でスクリュー軸回りに配置して、スクリュー軸の回転と上下動とを可能にする間に液体金属の流れを妨げるためのシール手段、

v) パーレルを金属の液相線温度より低い温度に保持するための温度制御手段、

c) スクリュー軸に連結されて、スクリューを回転させるための手段、

d) スクリュー軸に連結されて、スクリューを第1の位置から第2の位置へ長手方向に移動させるための手段、

該機械は、液体金属が、スクリューが第1の低い位置にあるときに剪断／冷却部に供給され、温度制御手段の制御下で液相線温度より低く冷却されて半固

体材料を形成する回転するスクリューにより剪断され、回転するスクリューが第2の上方の位置に移動して、次いで、スクリューが急速に第1の低い位置に移動

して半固体材料をノズルを通して鋳型中に噴射させるように、作動すること。

2. ホッパーが、液体金属上に保護ガスで満たされている請求の範囲 1 の鋳造機械。

3. ガスが、窒素又はアルゴンを含む群から選ばれる請求の範囲 2 の鋳造機械。

4. スクリューを回転させる手段が油圧モータである請求の範囲 1 の鋳造機械。

5. スクリューを長手方向に移動させる手段が油圧ラムである請求の範囲 1 の鋳造機械。

6. 油圧ラムが、蓄圧機からの加圧流体により下方に急速に移動される請求の範囲 5 の鋳造機械。

7. スクリューが非加圧型である請求の範囲 1 の鋳造機械。

8. スクリューが、スクリューが上方位置から下方位置に移動したときに上方への液体流れを防止するために下端部に逆止弁を有している請求の範囲 1 の鋳造機械。

9. 剪断／冷却部の温度制御手段が以下を含む請求の範囲 1 の鋳造機械。

a) バレルの回りの加熱手段、

b) 加熱手段の回りの冷却手段、

冷却手段が金属の液相線温度より低い一定温度で作動し、加熱手段が、バレルの温度を所望の最終温度に上昇させるために作動させること。

10. 加熱手段が電気加熱コイルを含む請求の範囲 9 の鋳造機械。

11. 冷却手段が冷却された流体で満たされた導管を含む請求の範囲 9 の鋳造機械。

12. 流体が水である請求の範囲 11 の鋳造機械。

13. 流体が空気である請求の範囲 11 の鋳造機械。

14. ノズルがさらに閉止バルブを備えた請求の範囲 1 の鋳造機械。

15. 閉止バルブが、通常は閉止し、スクリューが上方から下方へ動いたときに開いて半固体金属を流すために変位したスプリング付勢バルブである請求の範囲

1 4 の 鋳 造 機 械 。

1 6 . ノズルがさらに温度制御手段を含む請求の範囲 1 の 鋳 造 機 械 。

1 7 . 温度制御手段が、金属の液相線温度を超える温度にノズルを加熱するための加熱手段である請求の範囲 1 6 の 鋳 造 機 械 。

1 8 . 以下の段階を含む半固体金属を射出鋳造する方法。

a ) 液相線温度を超える金属で出発すること、

b ) 回転する垂直の非加圧型スクリュウ攪乱機で金属を剪断すること、

c ) 剪断されている間に金属を冷却して、液相線温度より低温で半固体状態にすること、

d ) スクリュー攪乱機を上昇させて、半固体金属をスクリュウ攪乱機より下方で蓄積させること、

e ) スクリュー攪乱機を急速に下降させて、蓄積された半固体金属を鋳型に射出すること。

1 9 . 出発金属が保護ガスが満たされたポツパー中に保持される請求の範囲 1 8 の方法。



## 【 発 明 の 詳 細 な 説 明 】

## 半 固 体 金 属 の 射 出 鋳 造 の た め の 方 法 と 装 置

## 政 府 援 助 へ の 謝 辞

この研究は、国立科学財団（承認 No 8 8 1 8 5 5）と、20社の会社からなるコーネル射出鋳造計画（C I M P）産業協会とにより共同出資されたコーネル射出鋳造計画（C I M P）により援助されたものである。計算処理は、コーネル・ナショナル・スーパーコンピュータ施設を使用して行われた。

## 発 明 の 分 野

本発明は、射出鋳造の分野に属している。さらに、本発明は、特許庁サブクラス 1 6 4 / 9 0 0 に分類されるような半固体の新しいレオロジック材料の鋳造に属している。

## 発 明 の 背 景

従来のダイキャスティング法においては、熔融金属は、高速でキャビティーに圧入され通常はその流れが激しくあるいは霧滴にさえなる。その結果、キャビティー中に空気を取り込まれ、部品に多量の気孔巣を生じ、その部品の強度を低下させ、もし機械加工後の表面に穴が現れれば部品の廃棄の原因となる。

多くの気孔巣のある部品は、その部分が熱処理できなくて、可能な適用性に限界があるので、受け入れられず、さらに、空孔は、部品の自然振動数を無秩序に変え、予測できない振動上の新しい音響的な性能を生じさせる。

直観的に、もし層流を形成するに十分な程度にレイノルズ数を下げて金属流れの粘度を増加することができれば、空気を取り込まれる量が最小になり、擾乱ないし霧滴化した金属流れによる気孔巣は除去できるだろう。これは、幾らかプラスチックの射出成形に似ている。然しながら、1970年代初期にメッツ（Metz）とフレミングス（flemings）が、半固体金属（SSM）法（Metz, S.

A. and Flemings, M. C 「高温亀裂の基礎研究」（"A Fundamental Study of Hot Tearing" AFS Transactions, vol 178, pps 453 ~ 460 [1970]）の概念を提案するまでは、これは達成できるかどうかは明らかでなかった。彼らは、もし金属の凝固が半固体状態で行われるならば、最大ダイ温度を著しく低下させることができるだろう

と指摘した。

スペンサーらによる開拓的研究 (Spencer, D.B., Mehrabian, R., and Flemings, M.C., "Rheological Behavior of Sn-15%Pb in the Crystallization Range," Metallurgical Transactions, vol.3, pp.1925-1932[1972]) は、溶融金属がその液相線温度以下への冷却過程で掻き混ぜられたとき、樹枝状初晶固体は、壊れて液体金属マトリックス中に支持されたほぼ球状の粒子になることを示した。そのような半固体スラリーの粘度は、固体割合とともに指数関数的に増加し、それは剪断微細化の挙動を示す。

S S M (半固体金属) のためのダイキャストイングのような製造方法が、表1に示すように、過去20年にわたり提案されてきた。

フレミングスらは、この方法に関して、多数の特許を得ており、1975年発行の米国特許番号3902544「非樹枝状初晶を含有する合金を成形するための連続的方法」を含む。この特許は、その結果の金属が攪乱領域及び鋳物から除かれることが示されているけれども、その合金の製造を初めて方向づけた。

フレミングスら (Flemings, M.C., Riek, R.G. and Young, K.p., 「レオキャストイング ("Rheocasting") 」, Metals Science and Engineering, vol.25, pp.103~117[1976]) は、S S M スラリーを別個に準備し、ダイキャストイング機のショットチャンバーに注入した (レオキャストイング) が、ここでは、S S M は、ダイキャピティー内にプランジャーにより射出された。

ティシャーら (Tissier, A., Apelian, D., and Regazzoni, G., 「マグネシウムレオキャストイング: 処理-ミクロ組織の相互作用に関する研究 ("Magnesium Rheo-casting: A Study of Processing-Microstructure interactions") 」, Jou

rnal of Materials Science, vol.25, no.2B, pp.1184-1196(1990)) は、半固体スラリーが固体の割合が低いときの攪乱過程で空気に曝されると、レオキャストイング中の気孔巣はまだ多くなり得ること報告している。さらに、ダイキャストイング機のプランジャー機構は、樹枝状骨格の形成を妨げるに必要な適当な攪乱を提供しておらず、高速の射出速度はチャンバー内での材料への空気の混合を導くことがありうる。

チクソキヤステイング（フレミングら上記「レオキヤステイング」〔1976〕に引用）は、レオキヤステイング法の改良であり、材料は、最初にレオキャストされてピレットにされ、適当な大きさのスラグに切断され、次いで、ダイキヤステイングのため固液状態に再溶解される。然しながら、チクソキヤステイングは二段階処理であり、別個の工程で準備した供給材料が必要であり、その工程は、SSM法のための余分のピレットないし粉末が高価で利用性の低いことから、その操業をより高コストにしている。

チクソモールディングは、マグネシウムのペレット又は粒がスクリュウ射出機に供給され、これらチップが加熱と剪断によりSSMスラリーに変えられるという異なった方法である（Bradley, N.L., Wieland, R.D., Schafer, W.J., and Niemi, A.N., 米国特許番号5040589（1991））。しかし、気孔巣は加圧ダイキヤステイングに比較して低減するかもしれないが、除去することはできず、まだ問題がある。空気（あるいは不活性ガス）がペレットとともにバーレル中に入り、部品中での気孔巣の発生源になるであろうからである。さらに、供給材料は、チップないし粒状の形になければならず、もし原料が棒、板またはインゴットの形であれば、予備切断段階を必要とする。スクリュウが装入口近くでペレットに直接接触するので、過剰の摩耗も生じる。

プライアー（Pryor）らの米国特許番号4537242（1985）は、「チクソフォージされた（Thysoforged）銅基合金薬莖を形成するための方法及び装置」を提案している。他のチクソプロセスと同じように、SSMは、最初に形成されて、次いで鑄造（凝固）され、そして鑄造過程で再溶解のため加熱される。

ヒライ（Hirai）らの米国特許番号5144998（1992）は「半凝固金属組成物の製造のための方法」についてのものである。ヒライは、ロッド型攪乱機の剪断速度を制御してその結果の混合物中の固体割合を制御することを最初に方向づけた。

表 1

## ダイキャストのようなSSM成形プロセスの各種アプローチ

プロセス	供給材料	バーレル内 条件	比較
レオキャストイング (フリングス '544)	別のスラリー製 造機のSSM	一定温度 剪断なし	2段階(スラリ ー製造機必要)
チクソキャストイング (フリングス 1976)	部分的再溶解の SSMスラグ	一定温度 剪断なし	2段階(SSMエレ ット、インゴット必要)
チクソモールディング (ブラッドレー '589)	金属ベレット	加熱/剪断	1段階
レオモールディング (本発明)	液体金属	冷却/剪断	1段階

半固体プロセスの概念は将来有望であると思われるが、どのようにしてそのスラリーの製造と成形の方法を有効に実行することができるかという主要な問題が残っている。鋳型中での早期の凝結を得る可能性が、スラリーの固体の割合が高くて熱伝導度が高いことにより、大きくなる。半固体金属の粘度は大きな温度感受性があるので、SSMダイキャストイングのプロセス制御と鋳型設計とは、従来のダイキャストイングよりも難しくなるように予期される。これに関して、数値的な予測法が、プラスチックの射出成形についてはコストと時間の短縮のため有用であると証明されている。にも拘わらず、移動中の自由表面とSSMの慣性効果との結合した非直線性のために、非常に制限された実験結果及び数値的処理だけが、流れの解析に使用できる。

## 発明の概要

本発明は、半固体材料（金属合金、金属マトリックス複合材料を含む）からネットシェイプで気孔巣のない金属部品を製造するための新規な方法と装置を提供するものである。基本的な考えは、金属について従来のダイキャストイング（近似ネットシェイプ法）を射出鋳造法（ネットシェイプ法）に変えることにある。この考えは、レオキャストイング法における2つの段階（スラリー製造とダイキャストイング）を合体させる射出鋳造機（injection molding machine）を使用

することと見ることが出来るから、我々は、この方法を「レオモールディング（"Rheomolding"）法」と名づけ、発明した装置を「レオモールディング機（"Rheomolding machine"）」と名づける。本発明は、我々は期待しているのだが、ダイキャスティング工業界に大きな衝撃を与え、従来のダイキャスティングを旧式なものにしてしまうだろう。

レオモールディング法では、熔融金属は、特別に設計された射出鋳造機（図 1）に供給され、回転スクリーによりその材料に剪断が加えられている間にバレル内で冷却される。ホッパーは、材料の酸化を防止するための遮蔽ガスで充満され、帯状ヒータにより加熱されて、供給材料を熔融状態に保持している。垂直クランピング／垂直射出の配置が金属の重力効果を最小にするために選ばれている。これは、水平に射出された金属では、ダイの底部に沈んで、キャビティの底部を満たしてしまい、慣性効果支配の流れパターンを導き、このような流れのパターンは充足と冷却に著しい不均衡を生じさせ、最終製品の機械的性質に影響するからである。

この方法は、完全に熔融した供給材料を要するが、下記の利点があるので、実際により経済的に有効になり得る。即ち、

1 レオモールディング機への供給材料は、液体状態であり、インゴット、棒、或いは回収屑から溶解している。これは、高価な金属粉末やあらかじめ形成した S S M ビレットのコストや、インゴットをベレットやチップに切断する時間とエネルギー入力を節約する。

2 ホッパー中の熔融金属が低い粘度と高い密度を有するから、ホッパーとバレル中の空気は、垂直機中での熔融金属中で大きな浮力があるので機械の初期段階で、ホッパーの上部から急速にかつ滑らかに除かれる。

3 方法が一段階でよく相対的に単純である。この方法は、プラスチック工業におけると同様に、完全にオートメーション化ができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の装置の側面図を示す。

図 2 は、本発明の装置の正面図を示す。

図 3 は、本発明の装置の剪断／冷却部の断面の詳細図を示す。

図 4 は、本発明の射出器のノズル端部と、本発明に使用する鋳型の一部の断面の詳細を示す。

図 5 は、本発明の装置の剪断／冷却部に使用される熱移動システムの断面を示す。

図 6 は、本発明の方法の各段階のフローチャートを示す。

図 7 a - 7 c までは、異なる固体割合でレオモールドされた S n - 1 5 % P b 合金のミクロ組織を示す。

図 8 は、実施例中に使用したようならせん鋳型の断面中での S n - 1 5 % P b 合金のミクロ組織を示す。

図 9 は、装置中の材料のための温度プロファイルを示す。

#### 好ましい実施形態の説明

特別の S S M 射出鋳造機（「レオモールディング」機）が、プラスチックの射出成形でなされているような短い繰り返し時間で、気孔巣の少ない複雑な S S M 部品を連続的に製造する永久鋳型内に半固体金属を鋳造するために、設計され設置された。図 1 と図 2 は、それぞれ、側面と前面から見た本発明の装置を示す。この 2 つの図中の同一参照番号は、同一部分を指している。

レオモールディング機の物理的構造は、プラスチック射出成形機で最も普通の水平的なデザインよりもむしろ垂直な配列が使用されてはいるが、プラスチック射出成形機のそれに似ている。装置は、基礎（40）上に立設され、この基礎上には鋳型が置かれ、緩衝ユニット（42）上に装着されている。垂直な連結棒（41）がユニットの作動部分を支持するようにされ、そして制御盤（15）と粉末供給／制御ユニット（13）は従来のものである。

ホッパー（1）が原料のために備えられ、原料はヒーターバンド（2）によって溶融状態に維持されている。溶融金属中に運ばれるかもしれない空気を追い出すために適当な配管（3）を通して、窒素又はアルゴンのような不活性保護ガスを溶融金属上に吹きつけるとができる。

装置の作動部分は、底から上まで、ノズル（6）であって、これは、半固体材

料を鋳型（不図示）に供給するもので、ゼロ加圧のスクリュー剪断／冷却ユニット（８）は、材料を剪断／冷却領域に保持するためのシール（１７）を伴い、スクリューの軸（４３）をスクリューを回転させるためモータ（９）に結合させ、且つスクリュー軸を上下に自在に摺動させるようになっている。モータは油圧式が好ましい。モータ（９）とスクリュー軸（４３）は、油圧ラム（１０）によって、上下に移動でき、油圧ラムは、ホース（１１）により油圧媒体に結合されている。油圧アクチュエータ（１２）は、ホースと結合し、油圧ポンプとタンクユニット（１４）により加圧されている。油圧アクチュエータの使用は、その軸をより素早く動かせるのを可能にし、半固体材料の鋳型への急速な射出のために必要である。制御用の熱電対（５）が、以下に議論するように、正確な温度制御を維持するために備えられている。

図３は、装置（（８）図１、図２）の剪断／冷却部の内部の詳細を示している。ホッパー（１）は、ダクト（２８）を通して、充分に下降した位置にあるスクリューの上端レベルで、パーレル（１９）キャビティの上端と接続している。

スクリュー（１８）は、パーレル（１９）内で完全に下降した位置で示してあり、スクリュー（１８）の端部に逆止弁（２２）を有し、逆止弁は、スクリューキャビティの端部で蓄積領域（３１）を占有し、ノズル付属物（６）と接触している。スクリュー（１８）は、非圧縮型で、長手方向に間隔を設けた段部（２０）と内側段部間隙（２１）とを有している。スクリューの段部（２０）とパーレル（１９）の内壁との間には、約 0.0254 mm の狭い隙間がある。パーレル（１９）は、断熱材（２３）により取り囲まれた加熱コイル（２５）と冷却ダクト（２４）とによって取り囲まれている。ノズル領域も、加熱コイル（２７）と断熱材（２６）により取り囲まれている。

図４は、剪断／冷却部のノズル端部を示す。上述のように、ノズル（２８）領域は、加熱コイル（２７）と断熱材（２６）により取り囲まれている。剪断／冷却部の蓄積領域（３１）は、ノズル（２８）に通じており、ノズルの端部は、スプリング（３０）で閉じるように付勢されたバルブピン（２９）で選択的に閉止されている。

鋳型は、2つの部分(35)と(36)の中にあり、(32)で材料の流入のための開口部を有している。鋳型も、断熱材(33)の内側の発熱素子(34)を通じて温度制御がされる。2つの鋳型部分の間にも断熱材(38)と発熱素子(37)がある。熱電対が温度の測定と調節のために適当な場所に備えられている。

本発明で使用されるような冷却過程での温度制御は、チクソモールディングや他の先行技術の方法によって使用された加熱過程と比較して非常に難しく、一層の精度を必要とすることはよく知られている。図5の断面図を参照して、パーレル(54)温度は、集合化した加熱-冷却パーレルジャケット(加熱素子と冷却管を持つ)により正確に制御される。

早い応答と正確な温度(あるいは冷却速度)制御を達成するために、新しい熱ジャケットが装置の剪断/冷却帯のために設計されている。図5の断面図中に示すように、ジャケットは、最も外側層から最も内側層に向けて、鋳造材料の外側ジャケット(50)を含み、これは好ましくは周囲温度の影響を最小に

するための断熱材料を含む。この層の内側には、冷却流体のための冷却層(51)があり、冷却流体は一定温度での気体又は液体(例えば、空気、水、油、他の冷却剤)でよい。さらに、好ましくは電熱素子の加熱層(52)があり、さらに別の鋳造材料の内側層(53)がある。この層は、好ましくは、高い熱伝導度、高融点及び化学的安定性のある金属からなっている。パーレル(54)それ自体は、この鋳造層(53)の内側にあつて、供給材料が流れ込んで剪断力を受ける狭い間隙(55)を備えている。スクリュー(56)が最も内側領域を占めている。

注意すべきことは、電熱層(52)は冷却すべき帯域(55)と冷却層(51)との間に位置させるべきことである。各種のタイプの利用可能な加熱素子(棒、帯、管など)があり、いずれもこの発明の教示の範囲内で使用できる。熱ジャケットの基本的な概念は、冷却液体を、供給材料帯(55)のための所望の温度よりも低い一定温度で、冷却帯域中にポンプ供給し、電気加熱(52)を適用して余分の熱損失を補償することである。そのため、この装置は、容易にできる自動



電熱制御を利用して温度を正確に制御することができる。

この方法における主要な制御パラメーターは、ホッパー温度、パーレルとノズルの温度、パーレル内での冷却速度（材料凝固速度）、スクリュー回転速度（剪断速度）、混合時間、射出速度、射出圧力、充填（パッキング）圧力、充填時間、鋳型温度及び冷却時間を含む。

図 8 は、上述した装置で実施されるような、本発明の方法のフローチャートを示す。この方法は、図 3 に示したように、十分に低い位置にスクリューがあるときに始まり、ノズルバルブは閉じられ、スクリューの段部には材料で満たされていると仮定する。スクリューは、処理中回転を続けている。

第 1 段階（60）では、完全な液体の金属がホッパーから剪断パーレルに投下される。液体金属は、スクリューとパーレル内壁との間の内側段部間隙に流れ込む。その領域が満たされた時、材料の流れは停止する。

操作サイクル中の「混合」段階は、材料は回転中のスクリューで連続的に剪断され、パーレルジャケット中の冷却媒体により冷却されるが、この段階が、半固体材料の製造の有効性と能率への鍵である。処理上の観点から、最適化された処理とは、パーレル中で最高の冷却速度（最短のサイクル時間）と最も遅い剪断速度（即ち、最低の電力消費）とで最も微細な結晶粒（即ち、最も良好な機械的性質）を生じ得る処理である。制御パラメータの適切な値を決定するために一連の実験がなされた。種々の処理条件からの試料のミクロ組織が比較され、Sn - 15% Pb 合金中の微細な非樹枝晶組織を生成させるための適切な処理の窓が明らかにされた。

熔融金属がスクリューの段部とパーレル（55）との間の狭い間隙に流れるとき、その金属は、活発に剪断され（剪断速度  $\pm 200$  / sec）、冷却管（51）を循環している冷却媒体によって除去される適当な量の潜熱を伴って、急速に冷却される。その材料は、微細な球状晶を有する半固体状態になる。冷却剤の温度は、常に好ましい材料温度より低いので、加熱素子は、過剰量の熱除去を補償するように加熱エレメントが制御され、必要な材料温度を維持する。この装置は、材料が冷却されながら剪断力が材料に作用しているときには「混合」モードに

引き込むことなくスクリューが回転するように設計されている。

パーレルとノズルの温度制御は、レオモールドイング法においては最も臨界的な要素の 1 つである。というのは、0.3 ~ 0.5 の範囲で固体の重量割合 (fs) にある Sn - 15 % Pb 合金のレオモールドイングでの温度が 1 °C だけ変化すると、固体の割合は 3.2 ~ 9.9 % だけ変化するからである。それで、レオモールドイング機の設計では、+ 0.5 °C 以下の狭い精度の温度制御が基本である。

図 9 は、試料に使用された Sn - 15 % Pb 合金のために設定され、0.3 ~ 0.4 の範囲の固体の重量割合 (fs) を有するときの剪断 / 冷却領域のための温度曲線を示す。溶融金属が剪断 / 冷却帯に流れ込むホッパー出口 (90) で、溶融金属は 225 °C であり、その合金の液相線温度 (211 °C) より高温である。金属がスクリューに沿って下方に流れ込む時、(91) を通って、

溶融金属は冷却され、(92) で液相線温度より低温に冷えて、(93) と (94) とを通過して連続的に冷えてくる。ノズル (95) は、閉塞するのを防止するため液相線温度より高く僅かに加熱されており、鋳型領域は、鋳型内で金属が凝固するように、再度液相線温度より低くなっている。

スクリューは「負荷」段階 (62) で回転して引き込み、この時前述のショット形状の準備した SSM がスクリュー (31) の前で蓄積領域に向けて前方に押し出される。溶融金属ないし半固体金属の粘度は、溶融ポリマーの粘度より数オーダー低いから、スプリング付勢した閉止ノズル (図 4 参照) の単純であるが有効な設計が、垂直型機でパーレル荷重過程で材料がノズルから (重力により) 流れ出ることを妨げるのに使用される。

最終段階 (4) では、スクリューは、油圧ラムにより下方へ素早く押出され、ノズル中のスプリング荷重バルブを開けて、鋳型中に材料を射出する。スクリューの端部の逆止弁は、材料がスクリューを通過して上方へ流れないように保っている。

予備実験の結果は、本発明の方法と装置が、SSM 試料の製造に有効であり能率的であることを示している。ホッパーへの装入原料は、液体状態であり、材料

中に混合した空気は、特に、保護ガスの注入で最低にできる。

レオモールディング実験から一連の短いショットの観察から、明らかに、流れの場は慣性効果により強く影響を受けるが、まだ層流にあり、乱流により引き起こされる気孔巣は低減した。部品の熱的な収縮は、SSM中の低い潜熱容量のために低下し、収縮巣も同様に低下するだろう。これは、レオモールディングされた部品の気孔巣は、加圧ダイカスト品と比較して劇的に低減することを意味する。

気孔巣が实际的に除去され、歪みが小さくなるので、ネットシェイプダイキャスティングを提案した方法で達成できることが可能になる。この方法で製作した各部品の最終コストは、この機会に見積もることはできないが、高品質の金属部品が提案したネットシェイプ製造方法により低コストで製造できると信

じられる。

#### らせん鋳型のための実験的数値的結果

鋼製らせん鋳型による実験が行われた。鋳型の半厚みが1.5 mmで、全幅が15 mmである。2つの圧力変換器がキャピティー内の2個の下降流れ位置に平面取付けされた。鋳型温度は、水温調節ユニットで制御した。温度（ホッパー、バーレル、ノズルとらせんの入口で）、ラム位置、スクリュー回転速度、スクリュー作動油圧力、キャピティー内の圧力指示値がデータ読取りシステムを使用して記録された。

Sn-15%Pbが、見積もった剪断速度 $200 \text{ sec}^{-1}$ の速度で混合された。射出容積流速は、 $1.128 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{sec}$ に設定した。これは、らせん全部がこの射出速度では0.1秒で満たされはざった。しかし鋳型内での急な冷却と凝固により、機械の最高圧力に達成したときいつでも、注入段階は停止した（例えば、短いショットが生じて）。

種々の処理条件でレオモールディングしたらせん試料のミクロ組織が試験され、その結果により、レオモールディング機は、半固体スラリー中の樹枝状品の破壊に有効であることが確認された。

図7a-cは、レオモールディングしたSn-15%Pbで、レオモールディ

ング法での結晶生成を示すため、固体の割合 ( $f_s$ ) が 0 (図 7 a)、0.22 (図 7 b) および 0.42 (図 7 c) であるもののミクロ組織を示す。鋳型内に射出する熔融金属 ( $f_s = 0$ ) から形成された樹枝状組織と比較して、低い固体割合 (図 7 b) では、結晶は、殆ど樹枝状破片がなく大部分は粒状である。丸くなる効果が固体割合が高くなるほどより強くなり、結晶はより球状で一樣になる (図 7 c)。観察によれば、レオモールドイング法での結晶成長の機構は、共軸柱粘度計実験 (Wang, N., Shu, G. and Yang, H. "Formation and Growth of Solid Particles in Shear Flow", Journal of materials Science, vol.25, pp.2185-2187 [1990]) における単純な剪断流れの下での機構に似ている。但

但し、レオモールドイング法でもっと強い剪断力 (これは、高い固体割合で小さくて丸い結晶を導く) が期待される場合は別である。

図 7 c は、図 8 に示したような断面中での初晶分布のためのさらなる試験をしている。らせんの外側に近い中心コア部に初晶の濃化が明瞭に見られる。特に、間隙方向への壁面近くに独特な層があり、固体粒子を全く含んでいない。

この現象は、間隙の厚みが薄くて、壁面での剪断速度が非常に高いので、剪断誘発拡散によって生じている。幅を横切って、大抵の初晶は試料の外側にあり、内側には球状粒子は殆ど見られない (図 8 に示さず)。

180°エルボの内側近くに始まり、中心部に向けて流れ方向に広がっている流れマークも観察された。上述したように、180°エルボの外側領域近くでの速度と温度とは低く、大部分のスラリーは内側近くの狭くなっている間隙を押入って通らなければならない。その結果、剪断速度は、内側では高く、外側領域では低い。

この剪断速度勾配が、図 8 で観察されたように、初晶と液体マトリックスの偏析の原因となると信じられる。また、充填段階の終わり近くでの高度の剪断により、鋳型表面上で凝固しているが軟らかい幾らかの材料が、スラリーによりその流れ方向に引きずられる。そこで、流れマークは、凝固した材料が高圧で鋳型表面を滑る際の摩擦によって生じる。

従って、ここで述べた本発明の実施例は、発明の原理の応用の単なる例証にす

ぎないものと理解すべきである。例証した実施例の詳細をここに参照したのは、請求の範囲を制限するのを意図するものではなく、請求の範囲は、本発明に基本となると見なされる特徴を列挙したものである。

【図 1】

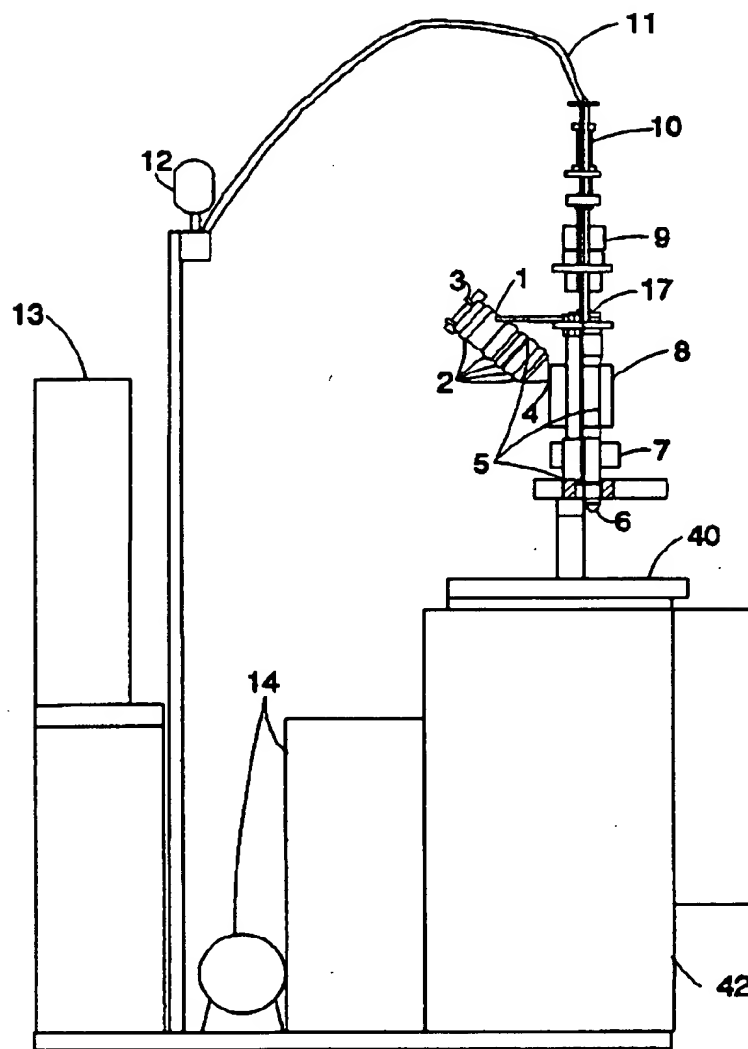
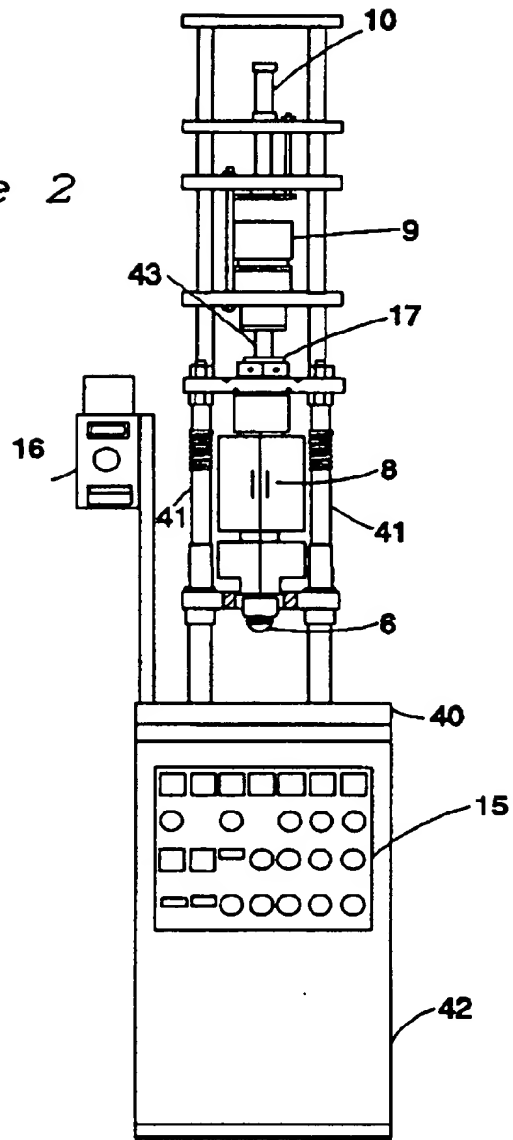


Figure 1

【 图 2 】

Figure 2



【图 3】

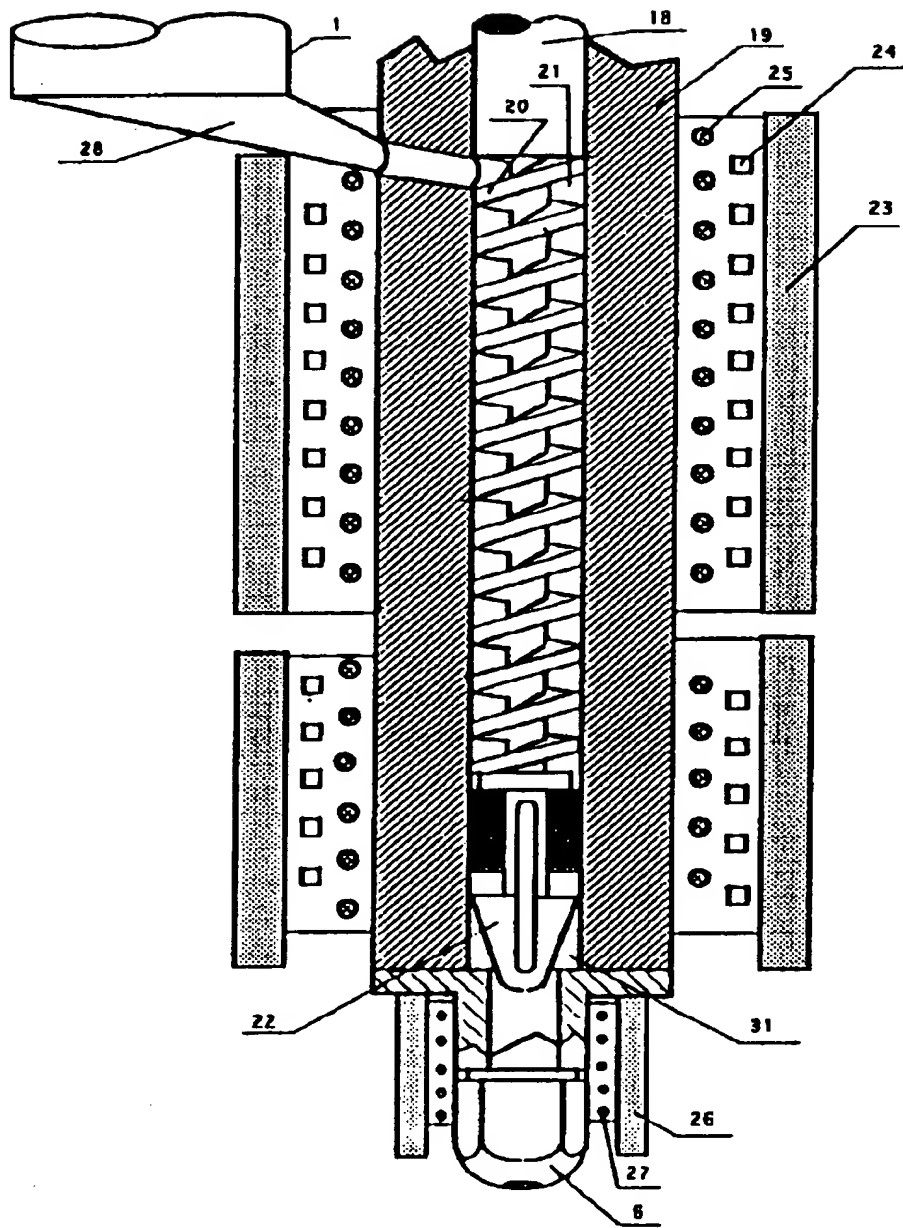


Fig. 3

【图 4】

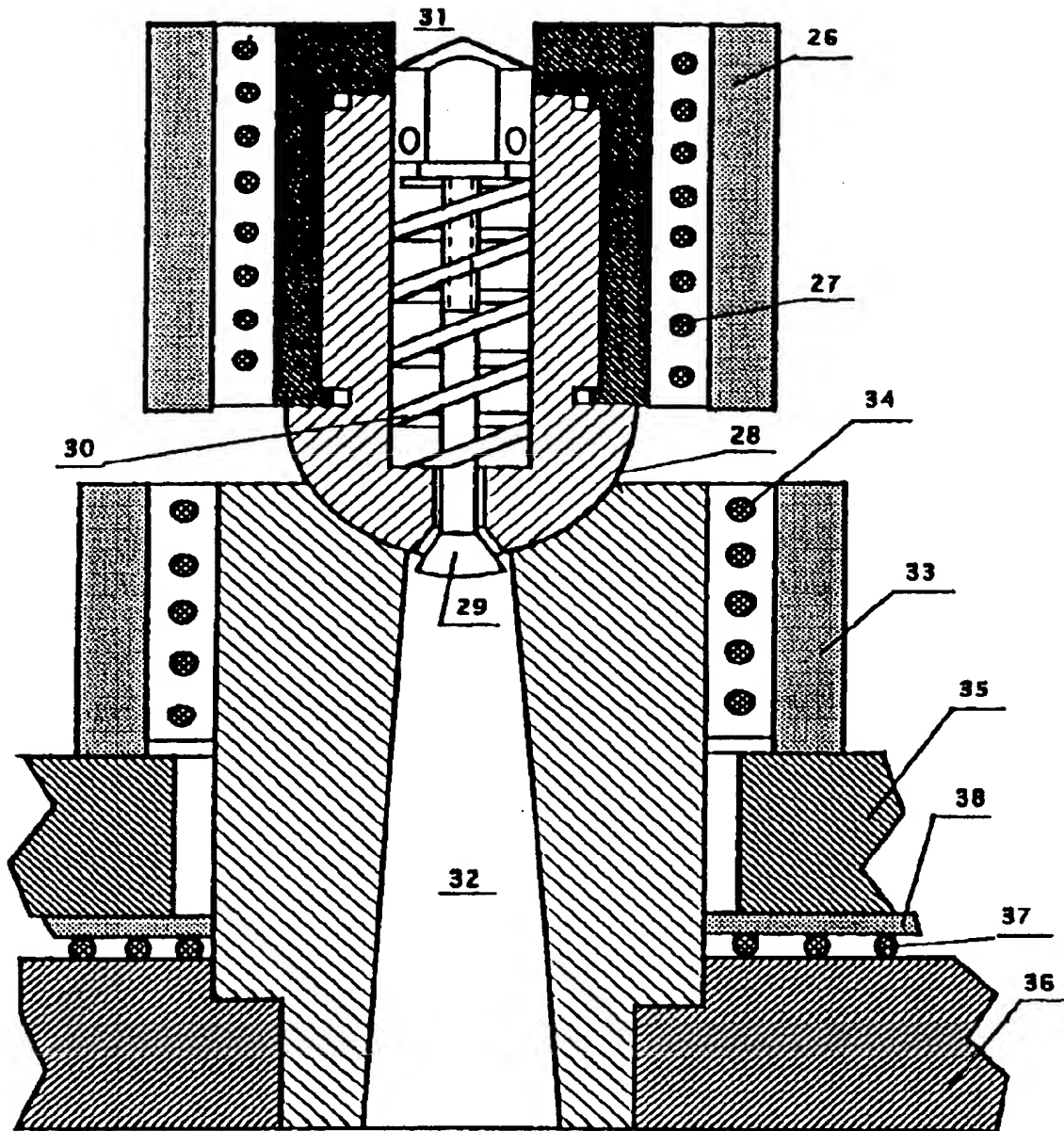
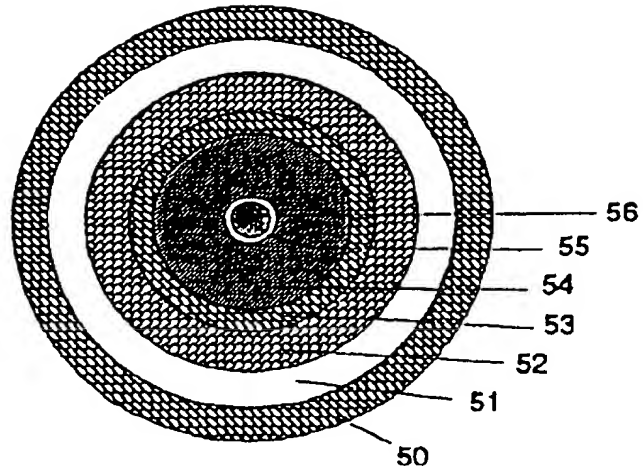


Fig. 4



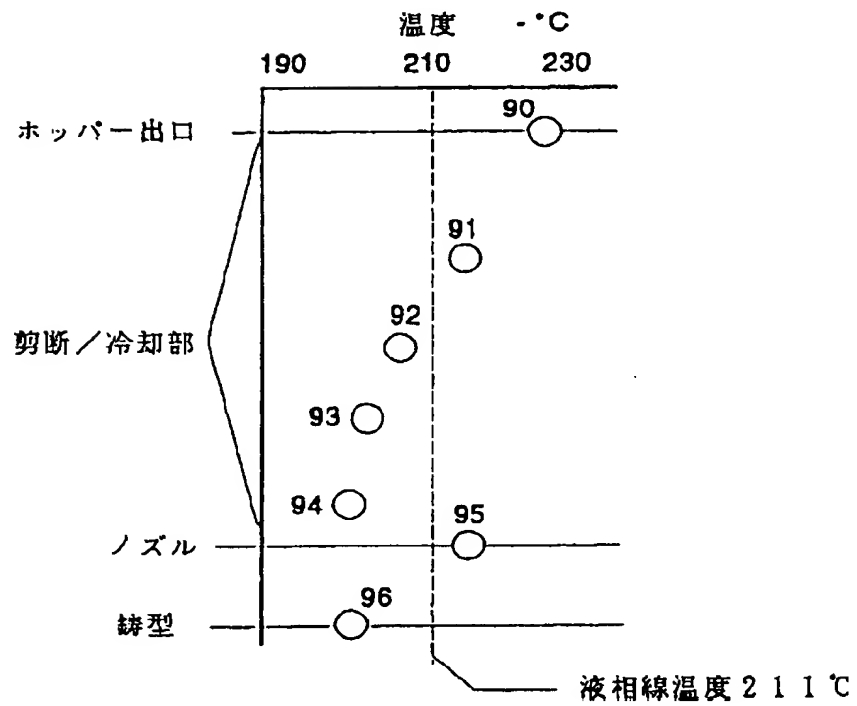
【図 5】

Fig. 5



【図 9】

Fig. 9



【図6】

## Figure 6:

## レオモールディング法のフローチャート

60

段階1  
 充填  
 熔融金属をホッパーから剪断バーレルに流し込む  
 所望の量がスクリュウの回りに満たされたとき熔融金属の流し込みを遮断する

61

段階2  
 混合  
 スクリューが引き込みなしに回転する  
 材料が液相線温度より低く冷却される

62

段階3  
 装填  
 スクリューが回転し引き込む  
 材料がスクリュウとノズルの間の蓄積領域を満たす

63

段階4  
 射出  
 ノズルのバルブを開ける  
 スクリューが回転してノズルの方へ押して材料を鋳型に射出する

【 图 7 】

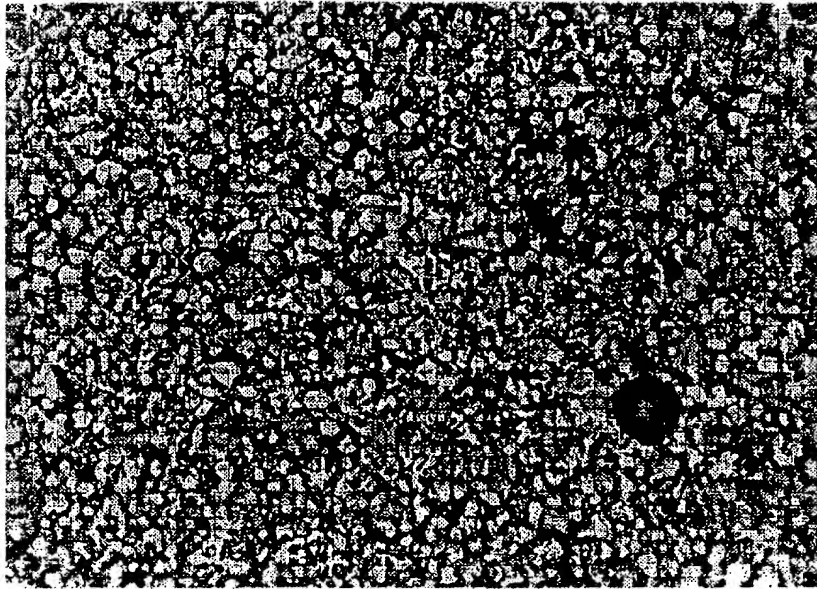


Figure 7a

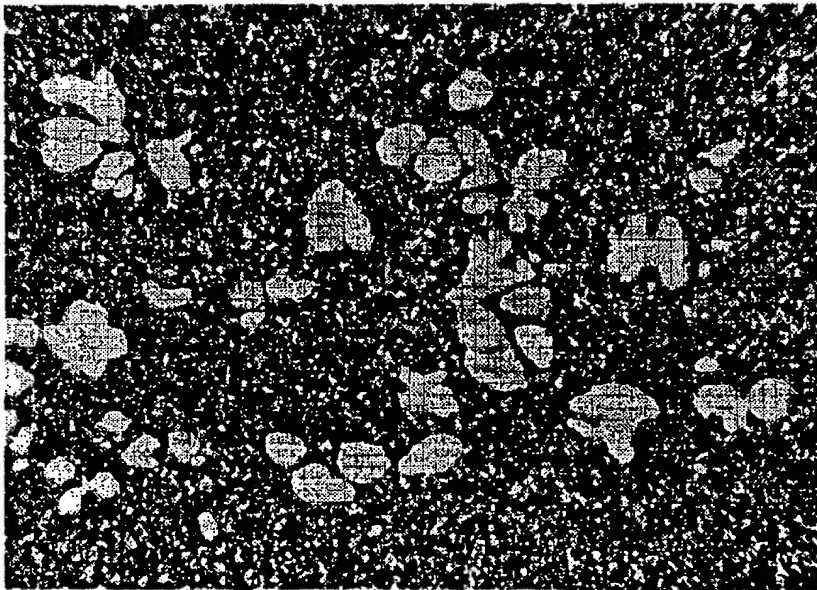


Figure 7b

【 图 7 】

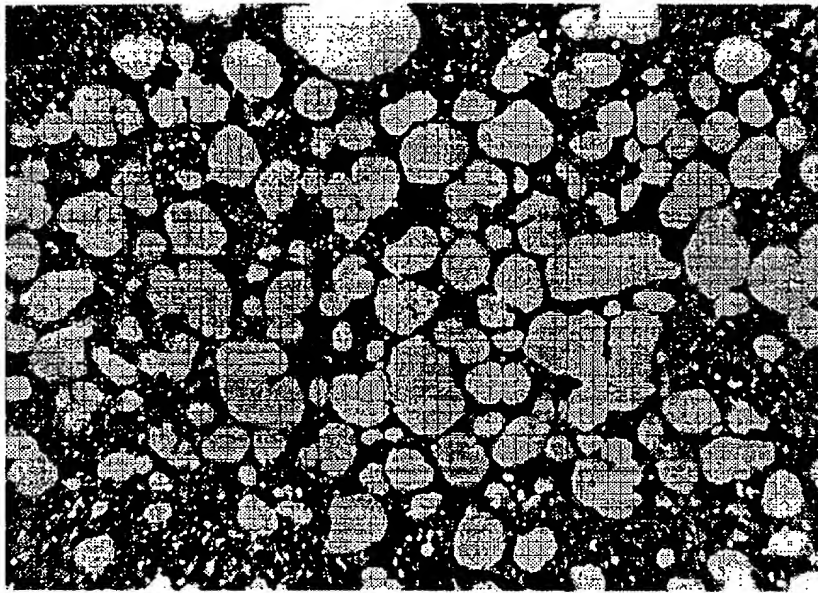


Figure 7c

【 图 8 】

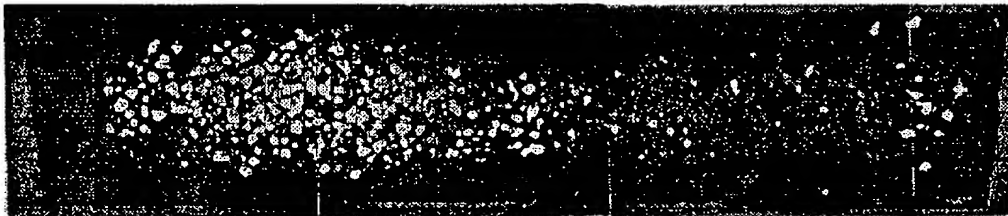


Figure 8

[ 国际调查报告 ]

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internat. Application No  
 PCT/US 95/07494

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 B22D17/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 B22D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,5 040 589 (BRADLEY ET AL.) 20 August 1991 cited in the application *Claims 1-58*	1-19
A	WO,A,94 06586 (COMALCO ALUMINIUM LTD.) 31 March 1994 *Claims 1-18*	1,9,18
A	GB,A,2 024 067 (SELY OAK DIECASTING LTD.) 9 January 1980 *Claims 1-10,12*	1,9
A	JP,A,5 285 626 (HONDA MOTOR CO.LTD.) 2 November 1993 *Abstract*	1,9
--- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *I* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *&* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
29 August 1995		08.09.1995
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Lippens, M

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No. PCT/US 95/07494		
C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP,A,1 254 364 (TOSHIBA MACH.CO.LTD.) 11 October 1989 *Abstract* -----	1,9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 95/07494

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5040589	20-08-91	AT-T- 120112	15-04-95
		AU-B- 622531	09-04-92
		AU-A- 5159390	05-09-90
		CA-A- 2009722	10-08-90
		DE-D- 69017966	27-04-95
		EP-A- 0409966	30-01-91
		ES-T- 2069734	16-05-95
		FI-B- 93176	30-11-94
		JP-T- 3504830	24-10-91
		PL-B- 165468	30-12-94
		RU-C- 2023532	30-11-94
		WO-A- 9009251	23-08-90
WO-A-9406586	31-03-94	AU-B- 4935893	12-04-94
		CA-A- 2144434	31-03-94
		EP-A- 0666783	16-08-95
GB-A-2024067	09-01-80	NONE	
JP-A-5285626	02-11-93	NONE	
JP-A-1254364	11-10-89	NONE	

---

フロントページの続き

- (72)発明者   ワン, シャーボー  
              アメリカ合衆国14850ニューヨーク州   イ  
              サカ、グラハム・ロード・14ディ、100番
- (72)発明者   ベン, スアン  
              アメリカ合衆国14850ニューヨーク州   イ  
              サカ、ガスライト・ビレッジ20ーシー番